

7. 自然再生（湿地再生）により期待される効果

自然再生（湿地再生）により期待される効果としては、生物生息場の創出、ヨシ原の機能・効果（水質の浄化等）、人と三番瀬とのふれあいの場・環境学習の場の創出などがあげられる。

7.1 生物生息場の創出

(1) 多様な生物の生息環境となる地形条件

現在の三番瀬の地形

現在の三番瀬は、埋立てにより後背湿地と干潟（干出域）がほとんど失われ、海と陸との境は護岸で仕切られたことによって、海と陸との自然の連なりが失われた状態にあり、単調な環境となっている。

三番瀬の地形は前浜干潟の低潮域から浅海部だけが残っている状態であり、一部が干潟になっているものの、干潟面のほとんどは干出時間が短い潮間帯下部に位置しているため、小櫃川河口干潟にみられるような干潟面の高い位置に生息するウミニナ、ヤマトオサガニ、アシハラガニ、クロベンケイガニ等の干潟固有種の生息は、船橋海浜公園のコメツキガニを除いてほとんどない（沼田・風呂田、平成9年）。

以上のことから、三番瀬の生物多様性を回復させるためには、低潮帯よりも高い地形（地盤高）を回復させることが期待される条件であるといえる。

(2) 湿地に生息する底生生物

現在の三番瀬には、湿地がほとんど存在しないため、小櫃川河口には生息しているこれらの生物の生息環境がない。また、これらの生物の生息には、クリーク（水路状地形）や転石等の微地形が配置されていることが効果的であると考えられる。

(3) 自然再生（湿地再生）により生息が期待される底生生物

かつては三番瀬周辺に生息していたものの現在はほとんど確認されなくなった生物で、湿地（満潮時にもほとんど冠水しない干潟後背地）やヨシ原を生息場とする種としては、アカテガニ、クロベンケイガニ、アシハラガニなどのカニ類や、カワザンショウガイなどの腹足類（巻き貝）があげられる（表7.1.1）。

湿地再生により、これらの種が再び生息するようになることが期待される。特に、三番瀬に近い江戸川放水路において現状で生息が確認されている種であるアカテガニ、クロベンケイガニ、ウモレベンケイガニ、アシハラガニ、カワザンショウガイ及びクロイリカワザンショウガイの6種は、再生された湿地においても生息するようになる可能性が高いと考えられる。これに対してハマガニ、スナガニの2種は江戸川放水路においてもほとんど生息が確認されていないことから、上記の6種に比べると生息するようになる可能性は低いと考えられる。

表 7.1.1 湿地再生により生息が期待される種

分類群	科名	種名(和名)	種の希少性		
			千葉県	WWFJ	水産庁
節足動物門 十脚目	イワガニ科	アカテガニ	D	普通	
		クロベンケイガニ	D	普通	
		ウモレベンケイガニ	A	希少	
		アシハラガニ	D	普通	
		(ハマガニ)	D	普通	
	スナガニ科	(スナガニ)			
軟体動物門 吸腔目	カワザンショウ科	カワザンショウガイ			
		クリイロカワザンショウガイ			

注) 1. ハマガニ及びスナガニは、江戸川放水路においても現在ほとんど発見できないことから、他の種に比べて湿地再生による生息の可能性が低いと考えられるため、()で示した。

2. 千葉県:「千葉県の保護上重要な野生生物 - 千葉県レッドデータブック - 動物編」(千葉県環境部自然保護課、平成 12 年)

D (一般保護生物): 個体数が少ない、生息・生育環境が限られている、生息・生育地の多くで環境変化の可能性がある、などの状況にある生物。放置すれば個体数の減少は避けられず、自然環境の構成要素としての役割が著しく衰退する可能性があり、将来カテゴリー C に移行することが予測されるもの。このカテゴリーに該当する種の個体数を減少させる影響は可能な限り生じさせないように注意する。

C (要保護生物): 個体数が少ない、生息・生育環境が限られている、生息・生育地の多くで環境変化の可能性があり、などの状況にある生物。放置すれば著しい個体数の減少は避けられず、将来カテゴリー B に移行することが予測されるもの。このカテゴリーに該当する種の個体数を減少させる影響及び要因は最小限にとどめる必要がある。

B (重要保護生物): 個体数がかなり少ない、生息・生育環境がかなり限られている、生息・生育地のほとんどで環境変化の可能性があり、などの状況にある生物。放置すれば著しい個体数の減少は避けられず、近い将来カテゴリー A へ移行が必死と考えられるもの。このカテゴリーに該当する種の個体数を減少させる影響及び要因は可能な限り軽減または排除する必要がある。

A (最重要保護生物): 個体数が極めて少ない、生息・生育環境が極めて限られている、生息・生育地のほとんどが環境変化の危機にある、などの状況にある生物。放置すれば近々にも千葉県から絶滅、あるいはそれに近い状態になる恐れがあるもの。このカテゴリーに該当する種の個体数を減少させる影響及び要因は最大限の努力をもって軽減または排除する必要がある。

WWFJ:「WWF Japan サイエンスレポート第 3 巻」(和田他、平成 8 年)

希少: 特に絶滅を危惧されることはないが、もともと個体数が非常に少ない種

普通: 個体数が多く普通にみられる種

水産庁:「日本の希少な野性水生生物に関するデータブック(水産庁編)」(社)日本水産資源保護協会、昭和 63 年)

(4) 湿地（ヨシ原）に生息する鳥類

干潟背後のヨシ群落はバン、カルガモ、オオヨシキリなどの営巣の場となる。現状の三番瀬においては、浅海域や干潟（干出域）を生息場とするシギ・チドリ類、カモ類等が多く出現しているが、湿地再生により、干潟（干出域）の背後地である湿地を生息場とするこれらの種の生息環境が創出される。

しかしながら、鳥類の生息場（サンクチュアリ）を創出するためには、人と鳥を隔離する緩衝帯（非緩衝距離）を確保する必要があり、湿地（ヨシ原）の再生にあたっては、むしろ人が三番瀬とふれあう場としての機能が期待されていることを考慮すると、鳥類生息場の創出については、副次的に期待されるものとして考慮していくこととする。

7.2 ヨシ原の創出

(1) ヨシの特徴

ヨシはイネ科に属し、塩分に強く、亜寒帯から温帯までの広い気候範囲に渡って分布し、水際線付近から水深 1m 以浅域に生育する。

生育地の土壌は粒径の細かい粘土質から粗い砂礫質まで様々である。どのような土壌でも生育できる理由の 1 つにヨシの酸素供給能がある。地上茎の中空部気管を経て、地下の毛細根へと運ばれ土中に供給される。細川ら（平成 3 年）によれば、1 本の茎当たり 1 日当たり 25～50mg の酸素が土壌に供給されると試算されている。この酸素が毛細根周りの嫌気腐敗を防ぎ、生育を可能としている。ヨシは水分の蒸散量が大きく、根から吸収された水分は、1 日当たり茎 1 本あたり 40～50mL 大気中へと蒸散される。

(2) ヨシ原の機能

ヨシ原は三番瀬の原風景の構成要素であるとともに、湿地生態系の重要な構成要素であり、湿地景観の最も基本的な構成要素でもある。

(3) ヨシの浄化作用

ヨシ原を再生することは水質浄化機能の向上にも寄与すると考えられるものの、本検討における規模のヨシ原再生によって、現状の三番瀬が有する水質浄化機能を飛躍的に向上させることは困難と考えられることから、水質浄化機能の向上は直接的な目標とはしないこととする（副次的な目標とする）。

7.3 人と三番瀬とのふれあいの場・環境学習の場の創出

都市部における自然環境が著しく劣化している現状では、干潟や湿地は人々が身近に接することができる数少ない自然であり、学童・生徒や社会人の環境学習の場としても注目されている。

7.4 自然再生（湿地再生）により期待される効果

7.1～7.3の検討結果をまとめ、自然再生（湿地再生）事業による効果を表7.4.1に示す。

表7.4.1 自然再生（湿地再生）事業による効果（湿地・ヨシ原の機能）

期待される効果・機能	効果・機能の内容	備考
生物生息場の創出	<ul style="list-style-type: none"> かつては三番瀬周辺に生息していたものの現在はほとんど確認されなくなった生物の多くは、湿地（満潮時にもほとんど冠水しない干潟後背地）やヨシ原を生息場とするカニ類や腹足類（巻き貝）であり、湿地やヨシ原の再生によりこれらの生物の生息が期待され、生物多様性が向上する。 	<ul style="list-style-type: none"> 低潮帯よりも高い地形（地盤高）を回復させるとともに、ヨシ原の生育条件等について検討する必要がある。
ヨシ原の形成	<ul style="list-style-type: none"> ヨシ原は三番瀬の原風景の構成要素であるとともに、湿地生態系の重要な構成要素であり、湿地景観の最も基本的な構成要素でもある。 ヨシには生物作用・化学作用など作用機構に応じて水質浄化作用があり、ヨシ原を再生することは水質浄化機能の向上にも寄与すると考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 本検討における試験的規模のヨシ原再生によって、現状の三番瀬が有する水質浄化機能を飛躍的に向上させることは困難と考えられることから、再生する湿地内の水質浄化機能については副次的な目標とする。
ふれあいの場・環境学習の場の創出	<ul style="list-style-type: none"> 都市部においては、干潟や湿地は市民が身近に接することができる数少ない自然であり、湿地やヨシ原の再生により、その自然の景観を楽しむための散策、生物の観察、環境学習の場としての効果が期待される。 	<ul style="list-style-type: none"> 多様な環境と生物が生息すること、人が生物の生息場に安全に近づけること、再生する場だけではなく、前面の海域にも人が近づけること、などが必要な条件となる。

8. 自然再生（湿地再生）に必要な条件

前項で整理した自然再生（湿地再生）に期待される効果を達成するための、必要な条件として以下の項目について検討した。検討にあたっては、前項の湿地に生息する生物やその生育・生息環境に関する知見や、表 8.1 に示した自然再生（湿地再生）の既存事例を参考とした。なお、表 8.1 に示した各既存事例について別途整理した結果は、巻末の資料編に示した。

表 8.1 ヨシ原を有する湿地造成場所の概要

場 所	湿地のタイプ	地盤高(水深)	勾配	海水交換	塩分・淡水導入
東京港野鳥公園 (淡水池、淡水 泥湿地、ヨシ原)	閉鎖型・淡水性	H.W.Lよりも高い	1/100~1/70、 凹凸状	なし	雨水を貯留する淡水池を設置。集水面積は池面積(2ha)の2倍。淡水池から汽水池への淡水供給を目的とした滝(落差工)を設置
東京港野鳥公園 (汽水池)	半閉鎖型・塩性	水深0.2~1.2m	-	水門で潮の干満を調節	降雨のほかに淡水池から供給。
大阪南港野鳥園 (海水池、北池・西池)	半閉鎖型・塩性	外海水の低水位面下0.4m以浅、高水位面下1.4m以深を確保	-	内径700mmの鋼管6本を通じて外海水を導入	降雨のみ。
大阪南港野鳥園 (淡水池、南池)	閉鎖型・淡水性	-	-	なし	雨水を貯留する淡水池を設置。
葛西海浜公園 (東なぎさ)	開放型・塩性	計画段階で断面形状の指定なし		開放型のため、潮汐の干満、波浪の影響あり	導流堤背後の水路に江戸川の水を多く流入されるように設計。
行徳鳥獣保護区 (陸域の淡水池)	閉鎖型・淡水性	-	-	なし(塩水湖は東京湾とつながっている。)	都市排水を陸域内に柵田状に掘られた浅い池に放流
谷津干潟	半閉鎖型・塩性	-	ほぼ平坦。	東京湾とは東西2本の水路でつながっている。	かつては家庭排水の流入があったが、現在は家庭排水の流入はない。
熊本港親水緑地 公園野鳥の池	半閉鎖型・塩性	池の水深は平均0.3m、最深部で1.0m未満。ヨシは満水時でも冠水しない潮上帯に生育	1/36(外海の干潟域は約1/600)	外海と隔てた石積護岸の4箇所に設置された通水パイプにより、潮汐の干満に応じて海水が流入	降雨のみ。
大阪港阪南2区 (ヨシ移植実験)	開放型・塩性(造成地内の5m×5mの実験区画)	H.W.Lより+0.38mの地盤高(小段)	平坦	開放型のため、潮汐の干満、波浪の影響あり	降雨のみ。ただし、地盤の雨水貯留機能(保水性)を高めるため遮水シート、止水矢板、保水材を設置。
横浜市野鳥水路	開放型・塩性	ほぼH.W.L(底質の洗掘・浸食を考慮し、30cm程度の盛土と木杭等の設置により浸食を防止)	平坦	内湾(平潟湾)と外湾(金沢湾)を結ぶ水路のため、潮汐の干満、波浪の影響あり	平潟湾に注ぐ侍従川、鷹取川、六浦川等からの淡水の流入がある。
宍道湖	開放型・塩性	宍道湖の湖岸	平坦	中海を通じ日本海の海水が流入	斐伊川の河川水が流入。
琵琶湖	開放型・淡水性	B.S.L-0.8~0m	1/20	なし	大小の河川水が流入。
木曾三川	開放型・淡水性	茎植による移植は水深20cmまで(それ以上の水深では無理)	平坦	揖斐川河口で大潮の満潮時の塩分が54~77%	-

8.2 地形

(1)地盤高

以下の観点から、それぞれ必要とされる地盤高を検討した。

人と自然とのふれあいの場の確保やヨシ原の創出の観点からは、満潮時でも水没しない高さの地盤高が必要となる。一方、海と陸との連続性、多様な水底質環境及び生物生息環境の回復の観点からは、緩やかな勾配により低潮帯（潮間帯下部）から潮上帯までの連続した地形が必要と考えられる。

潮上帯と水際線の確保（人と自然とのふれあいの場・環境学習の場の確保）

満潮時でも水没しない高さを確保するためには、H.W.L.以上すなわち A.P.+2.1m(図 8.2.1)以上の地盤高を確保する必要がある。なお、水際線の確保に関しては、ヨシ原を創出する観点からは、できるだけ水際線を直線または単純な曲線とせず、大小の凹凸あるいは入江状の形状を設けるなどの工夫が有効である(図 8.3.)。

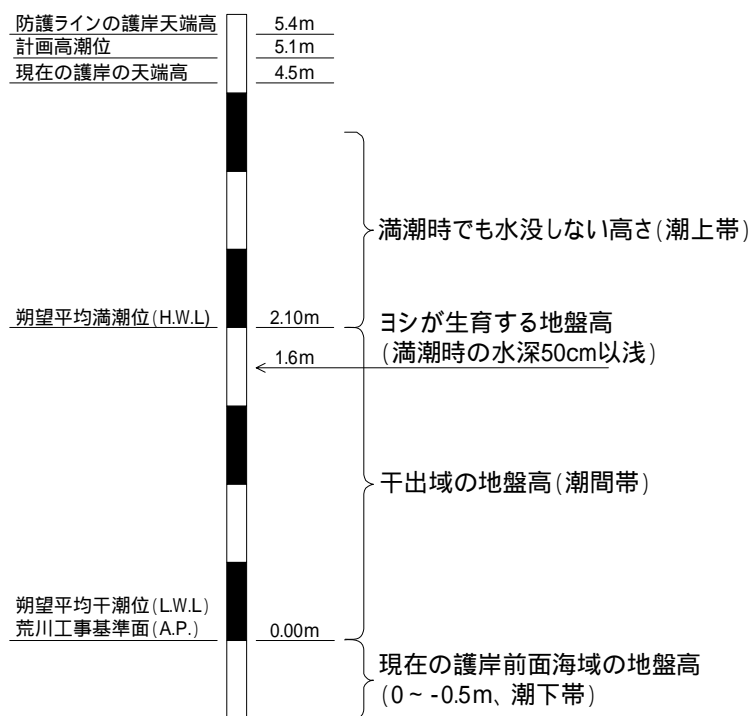


図 8.2.1 潮位と地盤高の関係

海と陸との自然な連続性、多様な水底質環境の回復

低潮帯レベルにある前面海域（A.P.0m、図 8.2.1 参照）との連続性を確保するとともに、湿地再生により生息が期待される種（表 7.1.1）の生息環境を再生するため

には、緩やかな勾配を持たせることにより、海水の流入のある潮間帯や後背湿地となるような多様な地盤高を確保する必要がある。

小櫃川河口干潟ならびに前置斜面における底生生物分布は図 8.2.2 に示すとおりであり、底生生物の中には潮間帯上部の地盤高の高い場所を生息場とする種もいることから、三番瀬に多様な生物生息環境を創出するためには、地盤高の高い場所を創出することが効果的と考えられる。

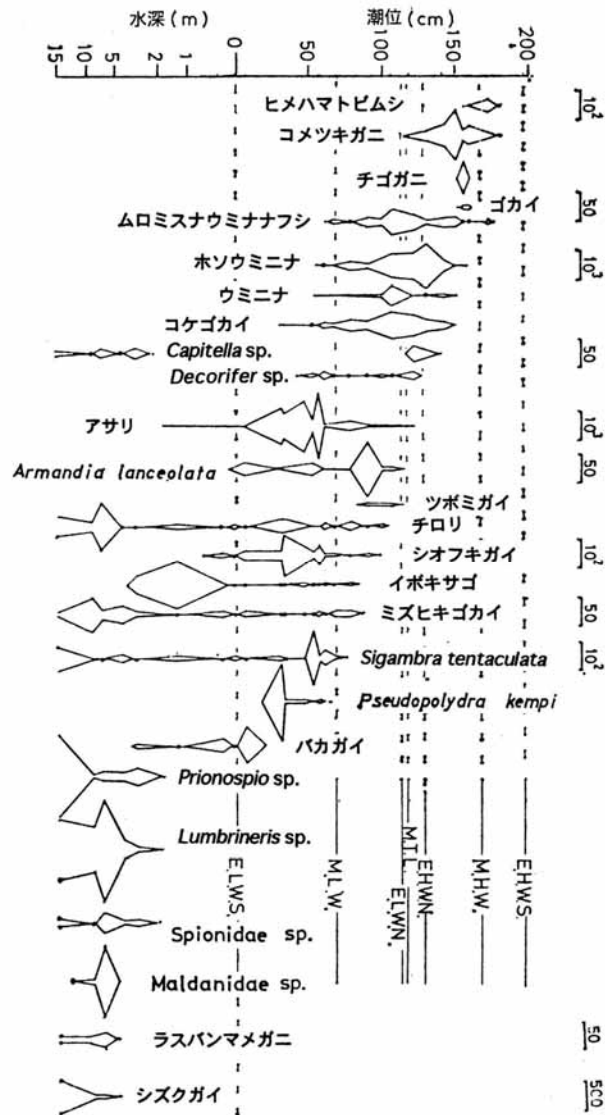


図 8.2.2 小櫃川河口干潟ならびに前置斜面における底生生物分布

資料：「東京湾の生物誌」(沼田眞・風呂田利夫編、築地書館、平成9年)

ヨシ原の創出 (ヨシが生育する地盤高)

ヨシの生育環境としての水位は、水深約 2m から地下水位 1m までであり、水深 50cm から地下水位 20cm までの間で良く繁茂するといわれている (表 8.6.1)。このことから

ら、最低で A.P.+1.6m の高さが必要と考えられる。また、高潮位面よりも高い地盤高における地下水位や土壌の水分条件については現時点では不明であるものの、ヨシ原を創出するための地盤高は A.P.+1.6m から 3m 程度の範囲内が適当と考えられる。

水没時間の試算結果

東京検潮所（晴海）における年間の潮位データをもとに水没時間（想定した地盤高を超える潮位が発生する時間）を試算すると、A.P.+1.6m の高さではほぼ毎日、満潮時の 5～6 時間が水没する。また、A.P.+2.0m の水没時間は年間 48 日・109 時間であり、A.P.+2.1m（H.W.L.）では年間 11 日・15 時間となる。A.P.+3.0m の高さでは、年間を通じて水没することはない（表 8.2.1 参照）ため、ヨシの生育に必要な土壌水分を確保するための検討が必要となる。

表 8.2.1 各地盤高に対する年間の水没時間の試算結果（日数）

【日数】													単位：日
地盤高 (A.P)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
+3.00m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
+2.10m	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	0	0	11
+2.00m	2	2	3	2	0	0	4	13	13	7	2	0	48
+1.60m	26	21	23	23	24	30	31	31	30	29	27	28	323

【時間】													単位：時間
地盤高 (A.P)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
+3.00m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
+2.10m	0	0	0	0	0	0	0	6	7	2	0	0	15
+2.00m	2	3	4	2	0	0	6	35	37	17	3	0	109
+1.60m	143	123	131	125	144	171	219	229	207	199	162	150	2003

注) 1. 地盤高の考え方は以下のとおりである。

A.P.+3.00m：再生計画案でイメージされている地盤高

A.P.+2.10m：朔望平均満潮位（H.W.L.）の地盤高

A.P.+1.60m：ヨシの生育に最低限必要と考えられる地盤高（ヨシの生育は水深 50cm 以浅の地盤高が適当とされているため、H.W.L. よりも 50cm 低い高さとした）

2. 水没日数は、「平成 19 年東京港 24 時間潮位表（東京都港湾局、平成 18 年 12 月）」による気象庁東京検潮所（晴海）における潮位データをもとに、想定した各地盤高を超える潮位が発生する時間（前面の地盤が水没する時間）を整理した。
3. 潮位が地盤高を超える高さに至らない場合でも、波の打上げによる海水の流入が想定されるが、実施場所である市川市塩浜地区護岸部への平均的な波高は 20cm 程度であることから、考慮していない。

微地形の設置

ヨシの生育に必要な淡水（雨水）を貯留するための池やクリーク（水路状地形）を設置することや、ヨシ原（湿地）の再生により生息が期待される種の回復を図るためには、多様な生物の生息を促すための凹凸のある地形、転石等を設置することを考慮する。

(2)行徳湿地とのネットワーク形成

海と陸との連続性の観点からは、行徳湿地からの暗渠を部分的に開渠化することにより、施設敷地を經由して、行徳湿地と三番瀬との間で水の出入りが図られ、さらに再生する湿地と行徳湿地及び三番瀬との間の生物生息場のネットワーク形成を図ることが求められる。

(3)施設前面の護岸の設置（前面海域とのつながり）

施設と前面海域との間を護岸で隔てるかどうかにより、開放型、閉鎖型及び半閉鎖型の3ケースが考えられる。

海と陸との連続性の確保の間からは、施設と前面海域とを隔離するような護岸等の構造物は極力低くするか、設置しない開放型の施設とする案が考えられる。

これに対して、人と自然とのふれあいの場や環境学習の場の確保として、人が自由にかつ安全に利用することを優先すれば、台風等による底質の攪乱・流失、施設の崩壊等を未然に防止するため、施設の前面には護岸を設置し、閉鎖型の施設とする案が考えられる。

さらに、既存の湿地再生事例では、施設と海域とは護岸で隔てられているものの、護岸に導水管等の通水口を設置することにより、通水口を通じて外海との海水交換を図る例が多くみられており、このようなタイプは上記2案のそれぞれの利点が活かされた有効な案と考えられる。

(4)勾配

湿地内の勾配は、地盤高の差（高低差）と奥行きで決定される（表8.2.2）。

地形の安定性及び生物の生息環境の観点からは、1/80～1/5の幅広い範囲内で再生が可能と考えられ、面積や淡水（雨水）を貯留するための規模等も勘案して決定することが妥当と考えられる。

土砂の安定性に関しては、市川市所有地前面は静穏な海域であるため、日常的な波浪等により設置した土砂が攪乱・流失する可能性は低いと考えられるが、開放型（施設前面に護岸を設置しない）とする場合は、外力に対しての安定性を考慮する必要がある。また、閉鎖型もしくは半閉鎖型とする場合や、施設の地盤高を満潮時の高さ（H.W.L.）以上とする場合は、外力の影響がほとんどないことから、任意に勾配を設定することができると考えられる。ただし、護岸の設置の有無に関わらず、必要な高低差を安定的に確保するためには、特に潮間帯の上部よりも高い地盤高では階段状の地形（小段の設置）とすることを考慮する必要がある（図8.2.2）。なお、高潮位面よりも高い部分に落差があると、生物の移動に障害となる可能性があるため留意する必要がある。

表 8.2.2 高低差・奥行きと勾配との関係

勾配	備 考
1/5	カモ類が浜に上る事ができる最大の勾配
1/20	琵琶湖のヨシ原造成地の勾配
1/40	熊本港親水緑地公園野鳥の池（半閉鎖型、1/36）と同レベルの勾配
1/80	東京港野鳥公園の干潟部（半閉鎖型、1/70～1/100）と同レベルの勾配

注）勾配は、施設内における地盤高の差（高低差）と奥行きで決定される。

8.3 面積・規模

河川の護岸沿いにおけるヨシ原再生事例にみられるように、奥行きが 10m 程度の面積であっても、ヨシ原の生育やヨシ群落を生息場とする生物の生息は期待できる。しかしながら、干潟の後背湿地としての景観や環境学習の場としての機能を発揮させるには、施設の利用目的、利用方法等について別途検討が必要である。

(1) 自然の干潟域におけるヨシ原（後背湿地）の分布状況（例）

江戸川放水路河口干潟の背後に生育するヨシ群落の奥行きは 10～20m あり、行徳可動堰付近では泥干潟の背後に 30～50m 以上のヨシ群落が分布している。また、小櫃川河口、多摩川河口、東京港野鳥公園等においても、ヨシ群落に代表される湿地は水辺の背後に広い面積で分布している。

(2) 湖岸・河岸でのヨシ原造成における面積・規模

湖岸・河岸を対象としたヨシ等の抽水植物群落の復元技術に関する報告によれば、造成するヨシ群落の面積は、生物の生息場としての機能（水鳥その他の野鳥の営巣と隠れ場等の例であるが）を考慮すると、最小限、水際線をはさんで水中に 10m、陸側に 20m の幅でかなりの長さが必要となるとされている。

しかしながら、鳥類の生息場（サンクチュアリ）を創出するためには、人と鳥を隔離する緩衝帯（非緩衝距離）を確保する必要があり、本検討においてはむしろ人が三番瀬とふれあう場としての機能が期待されていることを考慮すると、鳥類生息場の創出については、副次的に期待されるものとして考慮していくこととする。

(3) 淡水供給を雨水に依存する場合の集水面積の確保

淡水供給を雨水のみに依存する場合の池の規模について、東京港野鳥公園では、計画段階で池の水収支を計算し、池の面積に対して 2 倍程度の集水面積を確保することとした。この考え方によれば、例えば、池の面積を 100m² とした場合、集水面積は 200m²

となり、合計 300m² の面積が必要となる。

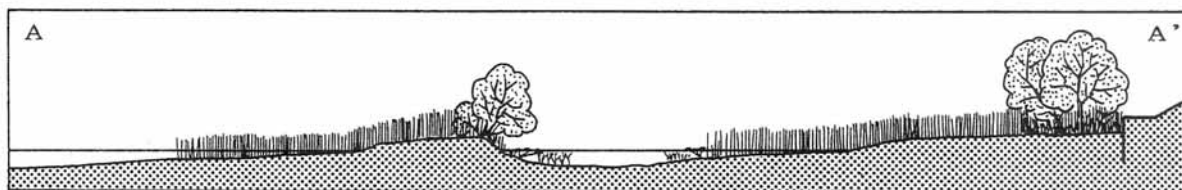
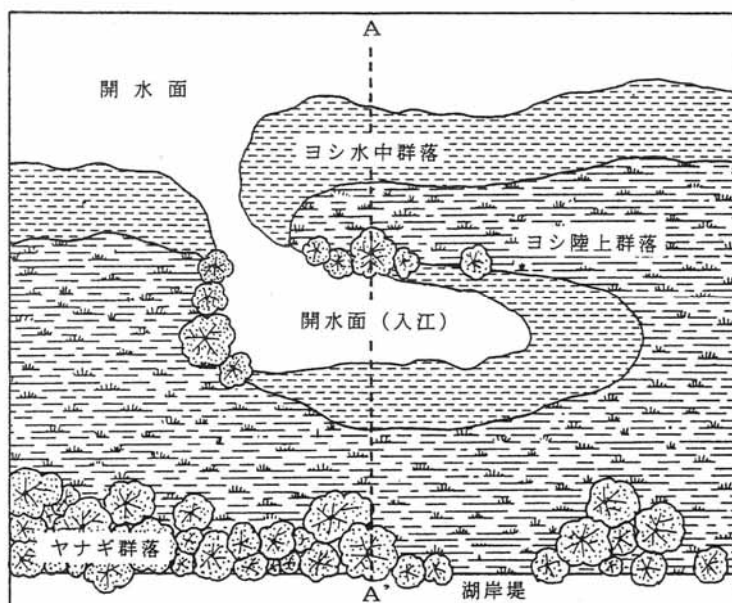


図 8.3.2 多様な生息環境の創出を考えた湖岸堤外地のヨシ、ヤナギの植栽計画の一例
(上：平面図、下：A - A 断面)

- 注) 1. 湖岸にヨシ原等を復元する場合は、できるだけ水際線を直線または単純な曲線にせず、大小の凹凸あるいは入江を設けることが望ましい。
2. 湖岸帯の植栽と同時に、径が 10~数十mある小さな池(ラグーン)や湿地を含むような環境造成ができれば、水辺の野生生物の生息環境は一層多様で豊かなものになる。
3. 造成するヨシ群落の面積は、土地の事情が許す限り大きい方がよい。魚類やエビ類の産卵と稚魚・幼生の育つ場所、水鳥その他の野鳥の営巣と隠れ場等を考慮すれば、最小限、水際線をはさんで水中に 10m、陸側に 20mの幅でかなりの長さが必要になる。
4. 水辺のヨシ原の特徴的な夏鳥であるオオヨシキリのなわばりの大きさを調査した報告によれば、1つのなわばりは小さいものでも約 20m×20mであったことから、オオヨシキリにとってはこのようななわばりが隣接して多数確保できる面積が必要としている

資料：「抽水植物群落復元技術の現状と課題」(桜井善雄、平成 3 年、水草研究会会報 No.43、pp.1-35)

8.4 底質

前面の干潟・浅海域との連続性の回復を目指すため、底質は現在の塩浜護岸前面海域の底質性状と同等の性状とすることを基本とする。塩浜護岸前面海域は、三番瀬海域の中では波浪の影響が小さく、底質はシルト・粘土分が多く、粒径の細かい底質が分布しており、現況調査の結果を踏まえると、底質性状としてはシルト・粘土分 50% 前後、中央粒径 100 μm 前後、強熱減量 5% 前後の底質が適当と考えられる。このような底質条件は、ヨシの植栽条件としても適当である。

また、多様な生物生息環境を回復させるためには、多様な地盤高や凹凸状の微地形の設置といった地形条件だけでなく、泥質、砂質、砂泥質といった多様な底質が分布していることが効果的であると考えられる（図 8.4.1）。

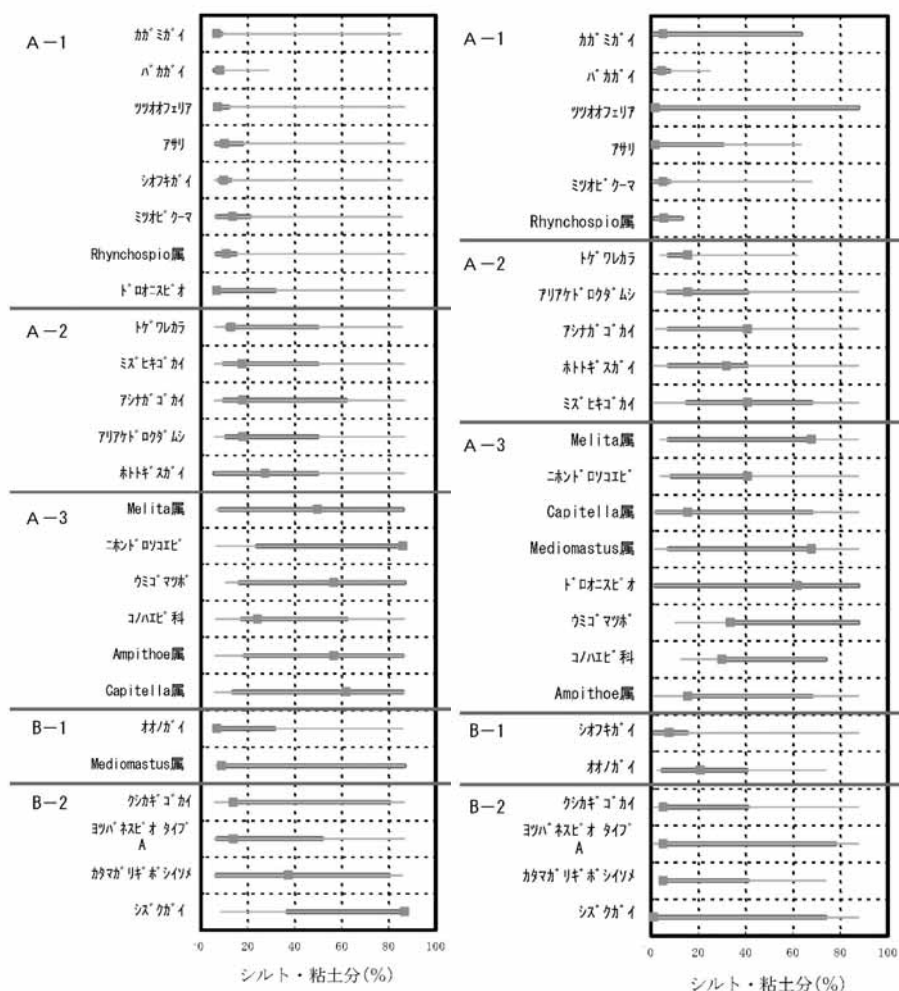


図 8.4.1 三番瀬における主な底生生物の分布と底質（シルト・粘土分）との関係
（左：平成 6～8 年度三季平均、右：平成 14 年度三季平均）

注） は個体数が最大の地点における値、太線は全地点の上位 10% もしくは 5% の地点における値の範囲、細線は全出現地点における値の範囲

資料：「平成 15 年度 三番瀬自然環境総合解析『三番瀬の現状』報告書」（千葉県、平成 16 年）

8.5 塩分（淡水導入）

湿地前面から流入する海水と雨水等の淡水が混ざり合い、汽水域となるような塩分条件とすることにより、ヨシをはじめとする汽水性生物の生育・生息環境が形成されるよう配慮する必要がある。また、ヨシの生育には湿潤な場所を確保する必要があることから、流入した海水がたまる窪地状の微地形（タイドプール）やその背後には雨水（淡水）が貯留される池（淡水池）を設置するとともに、両者を水路で結ぶことにより、海水と淡水が混ざり合う場所を造成することが有効と考えられる。

(1) 三番瀬海域における塩分の現状

平成14年度の調査による三番瀬海域における表層の塩分は表8.5.1に示すとおりであり、施設敷地前面（St.15）の塩分は27～30の範囲内となっており、汽水性生物の生息環境の形成のためには、淡水を導入する必要がある。

表 8.5.1 三番瀬海域における表層の塩分（平成14年度）

【夏季】													
St.	水深 (m)	水色	透明度 (m)	塩分	DO	pH	水温 (°C)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	フコフィレン・10ミクロン (mg/m3)	フコフィレン・2ミクロン (mg/m3)	フコフィレン・GFFろ紙 (mg/m3)
7 表層	2.8	19	2.8	27.7	7	8.7	25.8	3	0.75	0.13	3.7	3.3	1.8
15 表層	4.12	15	4.12	27.3	5.47	8.4	26.4	3	0.79	0.13	1.5	0.9	0.7
18 表層	4.1	15	4.1	27.7	5.14	8.5	26.2	3	0.87	0.14	2.5	1.7	1
22 表層	3.53	15	3.53	28.1	3.9	8.1	26.6	2	0.77	0.13	0.2	0.3	0.4
41 表層	5.4	15	2.6	28.1	6.2	8.6	26.6	3	0.6	0.12	2.1	1.6	1.5
43 表層	4	17	1.3	28	7	8.9	26.8	4	0.72	0.1	6.3	3.9	4.9
46 表層	4.2	18	1.4	28	6.1	8.7	27.5	4	0.88	0.1	9.6	5.5	3.9
81 表層	4.95	15	2.1	28.4	4.55	8.5	28.2	3	0.64	0.11	2.2	1.5	1.6
83 表層	5.3	15	2.4	28.2	5.3	8.6	27.4	3	0.55	0.1	1.4	2.3	1.8
85 表層	10.19	19	1.2	28.4	8.2	8.9	27.7	6	0.85	0.85	10.9	5.2	5.4
87 表層	10.07	19	1.3	28.6	10.35	9	27.7	6	0.85	0.85	16.4	6.6	3.9
【秋季】													
St.	水深 (m)	水色	透明度 (m)	塩分	DO	pH	水温 (°C)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	フコフィレン・10ミクロン (mg/m3)	フコフィレン・2ミクロン (mg/m3)	フコフィレン・GFFろ紙 (mg/m3)
7 表層	1.2	15	1.2	27.5	4.78	7.8	14.8	2	0.95	0.12	0.4	0.4	0.2
15 表層	1.2	17	1.2	28	7.6	7.8	14.1	5	1.10	0.09	<0.1	0.2	0.1
18 表層	1.7	14	1.7	28.1	6.53	7.9	15	2	1.52	0.10	0.2	0.3	<0.1
22 表層	1.25	16	1.25	30.8	7.5	7.8	15.2	2	1.58	0.12	0.3	0.4	0.1
41 表層	1.8	15	1.8	30	7.4	7.9	15	2	1.52	0.10	0.2	0.3	<0.1
43 表層	1.9	16	1.9	31.4	7.55	7.9	15.6	2	1.11	0.09	0.3	0.4	<0.1
46 表層	1.5	17	1.5	32.5	7.4	7.9	15.3	2	1.26	0.09	1.1	1.3	0.2
81 表層	8	13	3.5	33	8.5	8	16.4	2	1.56	0.08	0.4	0.3	<0.1
83 表層	7	13	4.3	33	9.52	8.1	16.5	2	1.29	0.09	0.3	0.4	0.2
85 表層	6.3	16	3.5	32.5	8.1	8.1	16.2	2	1.37	0.07	0.6	0.6	0.2
87 表層	7.5	16	2.5	32.2	8.58	7.9	16	3	1.13	0.09	0.8	1.2	0.3
【冬季】													
St.	水深 (m)	水色	透明度 (m)	塩分	DO	pH	水温 (°C)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	フコフィレン・10ミクロン (mg/m3)	フコフィレン・2ミクロン (mg/m3)	フコフィレン・GFFろ紙 (mg/m3)
7 表層	1.7	21	1.7	30.72	8.9	8.5	6.3	4	1.02	0.08	11.6	0.4	0.3
15 表層	1.7	19	1.7	30.42	12.6	8.5	5.7	4	0.85	0.07	11.0	0.3	0.2
18 表層	1.9	20	1.9	30.67	13.4	8.5	5.8	4	1.00	0.08	13.8	0.2	0.2
22 表層	1.2	21	1.2	30.83	12.4	8.4	6.2	4	0.91	0.06	12.1	0.3	0.4
41 表層	1.8	20	1.8	30.69	13.3	8.4	6.1	4	0.98	0.06	11.6	0.2	0.2
43 表層	1.9	20	1.9	30.55	12.9	8.5	5.6	4	0.87	0.07	12.9	0.3	0.3
46 表層	2.5	19	2.5	30.97	14.3	8.4	6.5	4	1.13	0.07	9.0	0.3	0.4
81 表層	3.7	19	3.5	30.86	12.8	8.4	6.4	4	0.85	0.06	8.0	0.3	0.3
83 表層	3.7	18	3.2	31.05	14.4	8.4	5.0	4	0.76	0.08	13.6	0.2	0.3
85 表層	5.8	18	3.0	31.16	13.6	8.5	6.4	4	1.11	0.06	17.0	0.3	0.3
87 表層	6.5	21	3.0	30.96	13.2	8.4	6.3	4	1.07	0.10	13.3	0.3	0.2



資料:「平成15年度 三番瀬自然環境総合解析『三番瀬の現状』報告書」(千葉県、平成16年)

(2)汽水性生物の生息環境の造成事例

海と陸との自然な連続性や多様な水底質環境（海水、淡水、汽水）を回復させるためには、海水もしくは淡水のみではない、海水と淡水が混じり合う環境が望まれる。例えば、東京港野鳥公園においては、海側から陸域にかけて、前浜干潟 - 内陸干潟（汐入の池） - 淡水池 - 淡水泥湿地が連続して配置（図 8.5.1）されており、前面から流入する海水と、陸域からの淡水が混ざり合うような配慮がなされている。

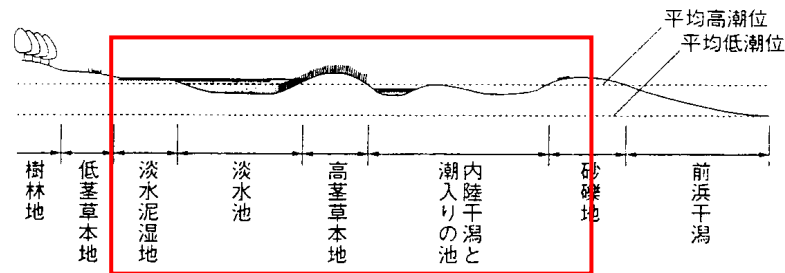


図 8.5.1 湿地の断面イメージ（東京港野鳥公園の事例）

資料：「自然と生物にやさしい海域環境創造事例集」（運輸省港湾局監修、平成 11 年）

(3)淡水導入のための配慮事例

海水の貯留

海水は、湿地の地盤高や窪地状の微地形（タイドプール、クリーク）を造ることにより、流入した海水がたまるような湿潤な場所を設置することが有効である。

タイドプールやクリークの水深は、干潮時にも極めて浅い水深が形成される程度が望ましい。潮間帯よりも上にタイドプールやクリークを造ろうとしても、底質の透水性が高いと短時間に水が抜けてしまうことがある。このような場合には、粘性土や防水シート、止水板等によって止水を行うことも考慮する（図 8.5.2）。

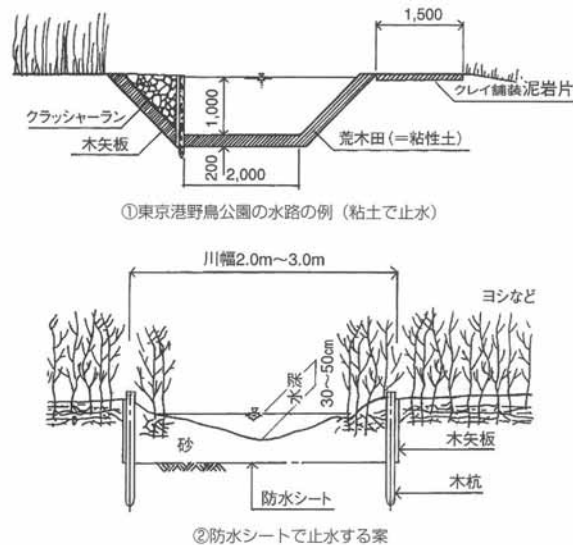


図 8.5.2 干潟の水たまり・水路の断面図

資料：「海の自然再生ハンドブック（干潟編）」（国土交通省港湾局監修、平成 15 年）

淡水の貯留

海水のみでヨシを生育させることは困難であり、淡水の供給が必要である。

淡水供給が雨水のみの海岸においてヨシ移植実験を行った結果によれば、植栽場所に遮水シートや止水矢板を設置することが有効であることが示された。(図 8.5.3)

淡水は、行徳湿地から暗渠を通じて旧江戸川の河川水が三番瀬海域に流入する場合は、この流入水を利用することも考慮するが、現段階では淡水供給は雨水から得ることを基本とし、そのための雨水貯留機能(淡水池)を設ける。

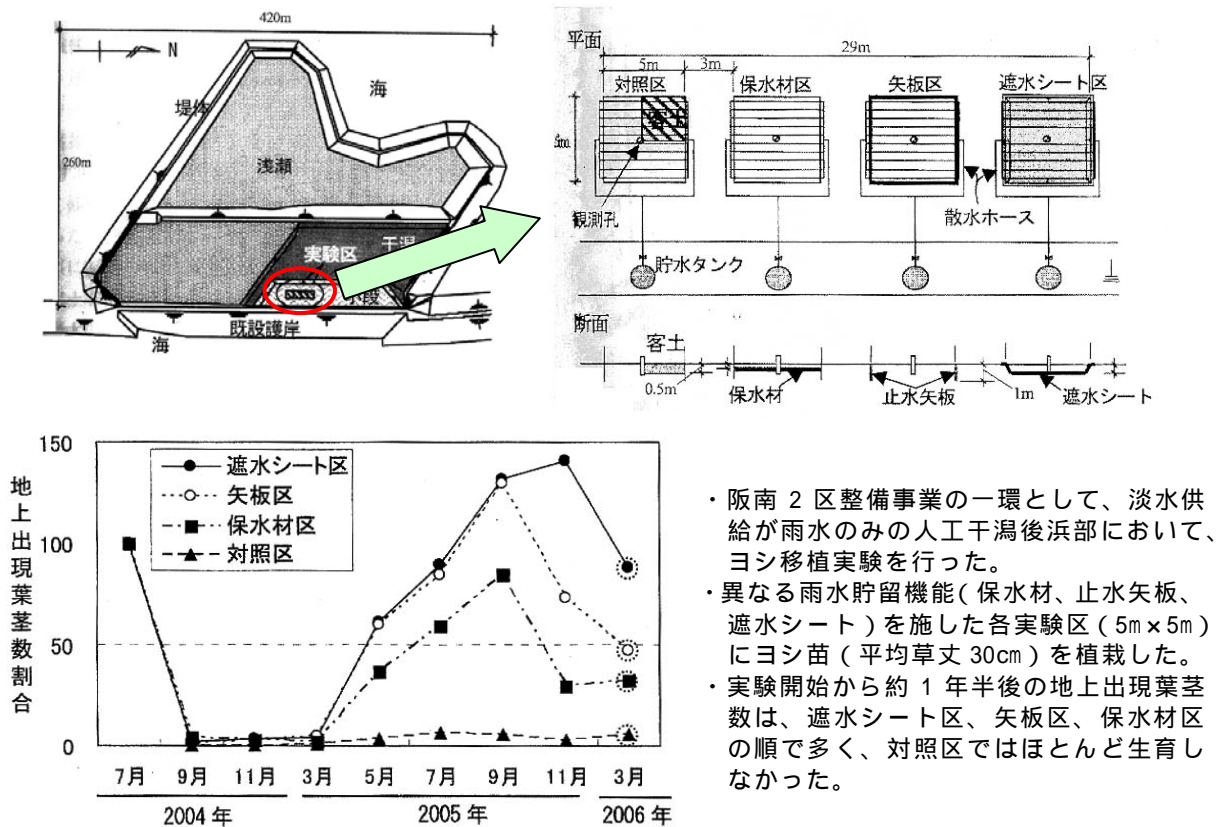


図 8.5.3 淡水供給が雨水のみの海岸におけるヨシ移植実験結果

資料：「淡水供給が雨水のみの海岸におけるヨシ移植実験 - 阪南 2 区干潟創造実験 - 」(林文慶・田中昌宏・新保裕美・高山百合子・片倉徳男・上野成三・勝井秀博・古川恵・岡田知也、海岸工学論文集 Vol.53, pp.1186-1190、平成 18 年)

池の面積については、湖岸帯にヨシ群落を復元する際、径が 10～数十mある小さな池や湿地を造ることにより、より多様な生物生息環境を創出するとされている。

特に淡水供給を雨水のみに頼らなければならない淡水池の計画に際しては、池の「水収支」を的確に把握することが最も重要な条件となる。

東京港野鳥公園では、雨量データ(昭和 16～45 年の 30 年間の平均降水量)、蒸発量及び流出係数の実測値をもとに水収支の計算を行った結果、集水面積を池面積の 2 倍、漏水量を 0 とした場合、年間 814mm の水位上昇が見込まれ、この池の淡水を 60mm/月

で汽水池に放流しても収支が見合うことを確認した（表 8.5.2）。

淡水の水源としては地下水や旧江戸川からの導水を利用する可能性もあるが、当面は実施可能性が高い雨水の利用について検討していくことが有効であると考えられる。なお、雨水の利用にあたっては、施設敷地内を集水区域とするだけでなく、周辺地域、例えば市川市が検討を進めているまちづくりの対象区域を集水区域とすることも、今後の検討すべき課題と考えられる。

表 8.5.2 東京港野鳥公園における年間放水計画における水収支（水位の変動）

項目	月												備考	
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
降雨	月雨量 (mm)	113	104	77	113	46	117	254	179	46	39	87	65	合計 1,239 mm
	1mm以上の降雨日数	8	5	6	10	13	7	10	12	5	4	10	5	
	10mm以上の降雨日数	4	4	3	4	2	5	6	6	1	2	3	2	
	1～10mmの降雨日数	4	1	3	6	11	2	4	6	4	2	7	3	
流失	1日当たりの蒸発量	4.0	5.5	6.0	7.0	6.0	4.5	3.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.5	
	全蒸発量	96.0	145.75	153	168	141	108	80.5	52.5	56	56	45	68.75	合計 1,170.5 mm
流入	1～10mm合計雨量	28	7	21	42	22	14	28	42	28	14	49	21	
	10mm以上の合計雨量	106	97	56	71	24	103	226	137	18	25	38	43	
	池への流入量	83.74	76.63	44.24	56.09	18.96	81.37	178.54	108.23	14.22	19.75	30.02	33.97	流出係数 39.5%
	流入量合計	196.74	180.63	121.24	169.09	64.96	198.37	432.54	287.23	60.22	58.75	117.02	97.97	
放水計画	水位上昇量	+100.74	+34.88	-31.76	+1.09	-76.04	+90.37	+352.04	+234.73	+4.22	+2.75	+72.02	+29.22	+814.26
	加積水位	107.74	135.62	103.86	104.95	28.91	119.28	471.32	706.05	710.27	713.02	785.04	814.26	
放水計画	放水量 (A)	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	
	加積水位	33.74	16.2	-97.14	-163.05	-306.09	-282.72	2.32	170.05	107.27	43.02	48.04	10.26	
	放水量 (B)	60.0	60.0	40.0	40.0	40.0	80.0	80.0	160.0	40.0	40.0	80.0	80.0	
	加積水位	40.74	15.62	-95.05	-95.05	-211.09	-200.72	71.32	146.05	110.27	73.02	65.04	14.26	

注) 1. 「降雨」は、気象庁アメダスデータによる昭和 16～45 年の 30 年間の平均降水量を用いている。

- ・月雨量 ()
- ・1mm 以上の降雨日数 ()
- ・10mm 以上の降雨日数 ()
- ・1～10mm の降雨日数 (: - により算出)

2. 「流失」は、東京港野鳥公園における実測値を用いている。

- ・1日当たりの蒸発量 ()
- ・全蒸発量 (: $\times () + \times \times 1/2$ により算出)

3. 「流入」は、降雨及び流失の設定値をもとに以下のとおり算出している。

- ・1～10mm の合計雨量 () : $\times 7$
- ・10mm 以上の合計雨量 () : -
- ・池への流入量 () : $\times 0.395 \times 2$
- ・流入量合計 () : +
- ・水位上昇量 () : -
- ・加積水位 () : 前月の + 当月の

4. 「放水計画」は、流入の算定値をもとに以下のとおり算出している。なお、放水量は 67.0mm/月と 60.0mm/月の 2 ケースを設定している。

- ・放水量 () : 設定値
- ・加積水位 () : 前月の + 当月の -

資料 : 「水辺のリハビリテーション」(亀山章・樋渡達也編、平成 5 年、ソフトサイエンス社)

貯留した海水と淡水の混合

雨水を貯留する池（淡水池）は、タイドプールの背後に配置し、タイドプールとは水路で結ぶことにより、海水と淡水が混ざり合うようにする。

資料:「抽水植物群落復元技術の現状と課題」(桜井善雄、平成3年、水草研究会会報No.43、pp.1-35)

8.6 ヨシの生育環境

ヨシの生育環境について、三番瀬における現状の問題点、望ましい環境及び主要な検討課題を表8.6.1に示す。

ヨシの生育限界としては、下限は水深、塩分及び栄養状態、上限は他の植物との競争、栄養状態、地下水位によって左右され、ヨシの最も良く繁茂する場所は、競争者の成長が水分状態や塩分、その他の有害物質によって抑制されているところである。

表 8.6.1 ヨシの生育に対する現状の問題点と望ましい環境とするための検討課題

区 分	内 容
三番瀬における現状	<ul style="list-style-type: none">・ヨシ原は干潟の景観を代表する植物群落であり、かつての三番瀬では、現在は埋立てにより消失した陸側の特に地盤高の高い箇所にはヨシ原が存在していたとされている。・ヨシ原の消失は主に水際部の埋立によるが、ヨシの生育においては適度な水分供給が重要で、長期の冠水や高塩分は生育を阻害する。・海岸域でヨシ原が自然に形成されることは珍しくないが、人為的にヨシ原を維持するためには、淡水の供給、潮汐による影響（適正な地盤高になっているかどうか）などについて検討が必要である。
ヨシが生育するための望ましい環境	<ul style="list-style-type: none">・地盤高：ヨシの生育環境としての水位は、水深約2mから地下水位1mまでであり、水深50cmから地下水位20cmまでの間で良く繁茂する。・底 質：泥質から砂質まで幅広い範囲で生育するが、泥で有機物に富むところ。・塩 分：24.4で成長限界、冠水時は13.7が限界値とされている。
主要な検討課題	<ul style="list-style-type: none">・水分供給源（雨水、海水、地下水等）・適正な地盤高・自然のヨシ原は、波浪や出水によってその分布が制限されているが、干潟・浅海域ではこのような外力が働かずにヨシ原が増殖し、干潟部分が減少（干陸部が拡大）するおそれがある。

資料：「港湾における干潟との共生マニュアル」(財団法人 港湾空間高度化センター 港湾・海域環境研究所、平成10年)

「河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー」(栗原康編著、東海大学出版会、昭和63年)

ヨシが生育する場所の基質は、泥や有機物に富むところで、淡水が汽水に生育し、非常に貧栄養などところには分布しない¹⁾。水際に新たに一定規模のヨシ群落を造成する場合には、細砂以下の粒子を多量に含む土壌が、少なくとも50～60cm以上の厚さに

堆積する立地が必要となる²⁾。また、粘性土などによって底質が不適当な場合は、20～30cmの客土をすると良いとされる³⁾。

ヨシ植栽地の土壌条件に関する実験的検討事例として、ヨシの新芽を粒径の異なる土壌（畑土、細砂、粗砂、小礫、礫）をそれぞれ投入したプラスチックコンテナに植栽し、5～9月の約4ヶ月間にわたって生育実験を行い、成長量を比較した結果によれば、ヨシ苗の成長は、苗の株数、活着率、茎の本数、地上部の長さ、乾重のいずれにおいても土の粒子が細かい畑土で最も良好で、礫質の土壌条件では著しく劣ることが示されている（表8.6.2、図8.6.1）。

資料：1)「河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー」(栗原康編著、東海大学出版会、昭和63年)
 2)「抽水植物群落復元技術の現状と課題」(桜井善雄、平成3年、水草研究会会報No.43、pp.1-35)
 3)「海の自然再生ハンドブック(干潟編)」(国土交通省港湾局監修、平成15年)

表 8.6.2 ヨシの生長と土質との関係（苗の株数、活着率、茎数）

	植付月日～測定月日	植付本数	土質					
			畑土	細砂	粗砂	小礫	礫	
1987	5 / 3～9 / 14	25	株数	25	25	22	15	8
			活着率(%)	100	100	88	60	32
			茎本数	148	91	73	51	36
1988	5 / 14～9 / 26	28	株数	28	25	24	12	9
			活着率(%)	100	89	85	42	32
			茎本数	112	147	103	69	31

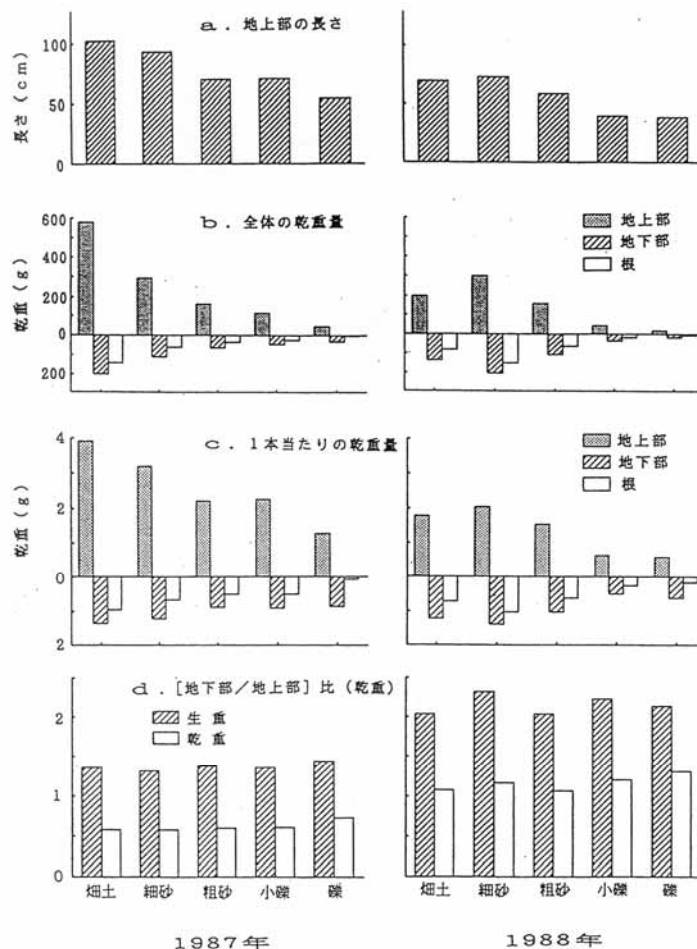


図 8.6.1 ヨシの生長と土質との関係（長さと重量）

注)ヨシの新芽を粒径の異なる土壌(畑土： 0.2mm 以下の粒子を 44%以上含む、細砂： 約 0.2mm、粗砂 0.4～0.5mm、小礫： 4～6mm、礫： 20～40mm)をそれぞれ投入したプラスチックコテナに植栽し、1987 年及び 1988 年の 5～9 月の約 4 ヶ月間にわたって生育実験をそれぞれ行い、各土壌条件下の成長量を測定した。

資料：「ヨシ植栽地の土壌条件に関する実験的検討」(桜井善雄・苧木新一郎・上野直也・渡辺義人、平成元年、水草研究会報 No.38、pp.2-5)

8.7 ふれあいの場・環境学習の場としての観点から必要と考えられる条件

既存の湿地（干潟）における人と自然とのふれあいの場・環境学習の場としての利用事例を踏まえると、人と三番瀬とのふれあいの場・環境学習の場の創出という観点からは、以下のような条件が必要と考えられる。

水際線（池）、干潟（干出域）、ヨシ原等の多様な環境が配置され、それぞれの場所を生息場とする多様な生物が生息する。

人が生物の生息場所に安全に近づくこと。ただし、生物生息場内への不必要な人の立ち入りは制限し、自然観察のための施設（遊歩道等）を設置する。

再生する場だけではなく、前面の海域にも人が近づくこと。

8.8 必要な条件のまとめ

8.1～8.7をまとめると、自然再生（湿地再生）にあたり考慮すべき条件は以下のとおりとなる。

【自然再生（湿地再生）にあたり考慮すべき条件(1)】

1. 想定する実施場所

- ・市川市塩浜地区護岸部の市川市所有地を施設敷地とする。

2. 地形

地盤高：・潮上帯の確保（人と自然とのふれあいの場・環境学習の場の確保）ヨシ原の創出等を考慮すると、最低限満潮時の高さが必要である。

- ・海と陸との自然な連続性、多様な水底質環境の回復等を考慮すると、前面海域との連続性を確保するため、潮間帯から後背湿地までの多様な地盤高を形成させる必要がある。

行徳湿地とのネットワーク形成：

- ・行徳湿地からの暗渠を部分的に開渠化し、再生する湿地と連続性を持たせることにより生物生息場のネットワーク形成を図ることが求められる。

施設前面の護岸の設置（前面海域とのつながり）：

- ・施設と前面海域を最低限の高さの護岸等とし、海と陸との連続性が確保できる「開放型」、施設前面に護岸を設置する「閉鎖型」、護岸に導水管等の通水口を設置し、外海との海水交換を図る方法を考慮する「半閉鎖型」の3ケースを想定する。

勾配：・地盤高に必要な高低差を確保するためには、緩やかな勾配を持たせた地形とすることが望ましいが、安定性を考慮すると階段状の地形（小段の設置）とすることを考慮する必要がある。ただし、高潮位以上は連続した地形を確保する。

3. 面積・規模

- ・ヨシ原の形成やそこに生息する底生動物の生息環境形成のためには、奥行き10m程度の小規模なものでも実現可能である。
- ・地盤高等の多様な地形条件を自然の勾配で安定して形成させることができるような奥行きを確保することが望ましい。
- ・三番瀬再生のイメージ、干潟の後背湿地としての景観、環境学習の場としての機能等は護岸構造や前面の海域との連続性の観点から、別途検討が必要である。

4. 底質

- ・前面の干潟・浅海域との連続性の回復を考慮すると、底質は現在の塩浜護岸前面海域の底質性状と同等の性状（シルト・粘土分 50%前後、中央粒径 100 μm 前後、強熱減量 5%前後）であることが望ましい。
- ・さらに、多様な生物の生息のため、多様な水底質環境を形成させるためには、均一の底質条件ではなく、多様な底質（砂質、砂泥質、泥質）が分布していることが効果的と考えられる。

【自然再生（湿地再生）にあたり考慮すべき条件(2)】

5．塩分（淡水導入）

- ・ヨシ原やカニ類等の汽水性生物の生育・生息が可能となる環境を形成させるためには、湿地前面には流入した海水がたまり湿潤な場所となる窪地状の微地形（タイドプール）を設置するとともに、その背後には雨水（淡水）を貯留するための池（淡水池）を設置し、両者が混ざり合うような形状を検討する必要がある。
- ・淡水の水源としては地下水や旧江戸川からの導水を利用する可能性もあるが、当面は実施可能性が高い雨水の利用について検討していくことが有効であると考えられる。なお、雨水の利用にあたっては、施設敷地内を集水区域とするだけでなく、周辺地域、例えば市川市が検討を進めているまちづくりの対象区域を集水区域とすることも、今後の検討すべき課題と考えられる。
- ・淡水供給を雨水のみに依存する場合は、池の面積と雨水の集水面積から水収支を的確に把握することが必要である。また、池や水路の湿潤な状態を維持するための防水シートや止水矢板を設置することが効果的である。

6．ヨシの生育環境

- ・水位（地盤高）は、水深約 2m から地下水位 1m までであり、水深 50cm から地下水位 20cm までの間で良く繁茂する。
- ・底質は泥質から砂質まで幅広い範囲で生育するが、泥で有機物に富むところ。
- ・塩分は 24.4 で成長限界、冠水時は 13.7 が限界値とされている。

7．ふれあいの場・環境学習の場としての観点から必要と考えられる条件

- ・水際線（池）、干潟（干出域）、ヨシ原等の多様な環境が配置され、それぞれの場所を生息場とする多様な生物が生息する。
- ・人が生物の生息場所に安全に近づくこと。ただし、生物生息場内への不必要な人の立ち入りは制限し、自然観察のための施設（遊歩道等）を設置する。
- ・再生する場だけではなく、前面の海域にも人が近づくこと。

9. 自然再生（湿地再生）のイメージ

地形については、地盤高、施設前面の護岸の設置及び勾配を考慮すると、複数の断面イメージが想定される。なお、施設前面の護岸の設置に関して、本検討においては、施設敷地内の土砂が前面海域へ流出することを防止することが必要となるため、施設の構造上、前面に土砂流出防止のための施設を設置することが必要である（図 9.1.1）。このことを踏まえると、開放型、閉鎖型及び半閉鎖型の 3 通りの断面イメージが想定される。各断面イメージを比較検討し、考えられる長所・利点及び短所・留意点を整理した結果を表 9.1.1 に示す。

施設前面の護岸の設置

- ・開放型（護岸（土砂流出防止施設）を極力低くする）
- ・閉鎖型（護岸を設置する）
- ・半閉鎖型（通水口のある護岸を設置する）

地盤高

- ・A.P.0 ~ +3.0m（前面海域と同等の地盤高から後背湿地までの多様な地盤高を確保）
- ・A.P.+1.8 ~ +3.0m（人の利用できる面積、ヨシ原の生育面積を広く確保）

勾配

- ・自然な勾配
- ・階段状（小段の設置）

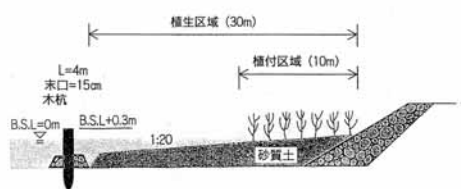


図 6 ヨシ植栽地標準断面図（木柵タイプ）。



図 8 簡易鋼矢板タイプの消波施設断面図。

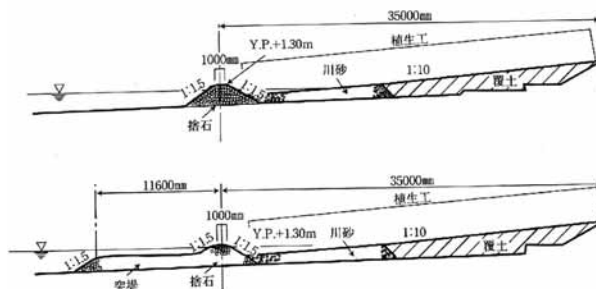
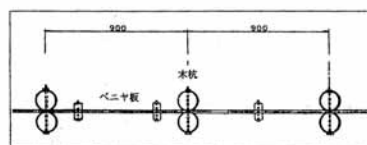
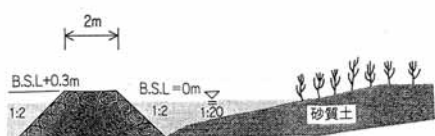


図 9.1.1 土砂流出防止のための消波施設の例

資料：「琵琶湖開発事業におけるヨシ原の復元について」（村尾ら、自然保護機構会報 21(2)、pp.217-226、平成 11 年）
 「海の自然再生ハンドブック（干潟編）」（国土交通省港湾局監修、平成 15 年）

表 9.1.1 断面イメージの比較・検討結果

区 分	前面の護岸の有無	勾配	長所・利点	短所・留意点
開放型	極力低い護岸	自然	<ul style="list-style-type: none"> ・三番瀬とのふれあいや景観上からの前面の海域との連続性は高い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・海水の流入がないため、湿地環境は淡水のみに依存して形成させることとなる。 ・台風等のイベント時には、高さによっては高い頻度で底質が攪乱され、土砂が前面海域に流出する可能性がある。 ・急勾配の地形は維持困難であるため、低い地盤高を造成することは困難。
閉鎖型	A.P.+5.4mの護岸	自然	<ul style="list-style-type: none"> ・日常的な波浪等による底質の攪乱・流失はほとんどないため、人が自由にかつ安全に利用できる面積が広く確保される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・前面海域との連続性が断たれるとともに、海水の流入がないため、湿地環境は淡水のみに依存して形成させることとなる。 ・前面の護岸の存在により施設内から海を望むことができない。
半閉鎖型	A.P.+5.4mの護岸 通水口を設置	自然 (階段状)	<ul style="list-style-type: none"> ・通水口を通じての海水交換により海域とのつながりが確保され、潮間帯から後背湿地までの多様な環境が形成される。 ・台風等による底質の攪乱・流失、施設の崩壊等が未然に防止できるため、人が安全に利用できる面積が確保される。 ・開放型では不可能な比較的急な勾配でも造成が可能となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・外海との海水交換が通水口を通じてのみとなるため、生物が加入・定着するまでには長い時間を要する。 ・前面の護岸の存在により施設内から海を望むことができない。 ・通水口の位置、海水交換の程度、施工実現性について詳細な検討が必要である。 ・階段状にした場合、地盤高に応じた生物生息が自然な勾配と同等に形成されない可能性がある。

10. 自然再生（湿地再生）に向けての課題の整理

10.1 干潟的環境（干出域等）形成との関連

海と陸との自然な連続性を回復する観点からは、湿地 - 干出域（潮間帯） - 浅海域（干潮でも干出しない、A.P. 0m以深の地盤高）が連続していることが望ましい。

現在の塩浜護岸前面海域の地盤高は A.P. 0m であり、干潮時にもほとんど干出しないため、干潟的環境（干出域等）形成と連携することにより、低潮面（A.P. 0m）から高潮面（A.P. +2.1m）までの潮間帯を形成させるとともに、その背後の地盤高をさらに高くすることにより湿地（ヨシ原）の形成を図ることが、海とのつながりのある多様な生物生息環境の形成を図るためには効果的であると考えられる。また、施設敷地内において人が利用できる空間（満潮時にも水没しない地盤高）をより広く確保するためには、高潮面より高い地盤高をより広く確保する必要がある。

施設前面に護岸を設置することは、施設内の安全性や台風等のイベントによる土砂の流出や施設の崩壊を未然に防止できる反面、前面海域との連続性を遮断することになる。これについては、人と三番瀬のふれあいの面からは、施設前面の護岸構造をなだらかにするなど人が海に近づきやすくする工夫を講じるとともに、前記したとおり、護岸前面において干潟的環境（干出域等）の形成を図ることが有効と考えられる。

また、護岸に導水管等の通水口を設置することは、両者の利点を活かした方策と考えられるが、通水口の設置位置、海水交換の程度、施工の実現性については詳細な検討が必要である。

具体的な検討に際しては、施設の目指すべき環境や利用目的に関して以上のような点を明確にする必要がある。

10.2 湿地造成に必要な土砂の確保

湿地造成には相当量の土砂が必要となるが、施設の造成にあたっては市川市所有地前面の土地の掘削に伴う土砂が発生する。塩浜護岸前面海域の底質性状はシルト・粘土分 50% 前後、中央粒径 100 μm 前後、強熱減量 5% 前後であり、このような性状にある前面の干潟・浅海域との連続性の回復を考慮すると、掘削に伴い発生する土砂が前面海域の底質と同等の性状であれば、新たに土砂を調達せずにこれを利用することが有効であると考えられる。

10.3 護岸構造

設置する護岸の高さに対して、高潮・高波の発生やそれに伴う越波による護岸背後地への影響（被害）の程度について、詳細に検討する必要がある。また、半閉鎖型とする場合の実施に当たっては、通水口の高さや位置、水門、導水管の規模とそれによる海水交換の程度、さらに施設内部における多様な環境形成の可能性、イベント時の対応に係る構造や管理方法なども今後の検討課題である。

さらに、護岸構造に関しては、通水口や流出防止対策としての機能を考慮した構造の検討が必要である。

10.4 淡水の確保

(1) 淡水供給源の検討

淡水の水源としては、地下水や旧江戸川からの導水を利用する可能性や、行徳湿地から暗渠を通じて旧江戸川の河川水が三番瀬海域に流入する場合は、この流入水を利用することも考慮することとするが、いずれも量的な有効性に乏しい。また、行徳湿地からの暗渠管の高さは自然流下では湿地には供給できない現状にある。これらのことから、当面は実施可能性が高い雨水の利用について検討していくことが有効であると考えられる。

(2) 雨水貯留機能（淡水池、水路等）の設置

雨水の利用にあたっては、雨水を貯留するための機能（淡水池、水路等）を施設敷地内に設置する必要がある（図 10.4.1）。東京港野鳥公園における検討事例からは、集水区域を淡水池面積の2倍程度とすることが必要と考えられる。施設敷地周辺においては、市川市によるまちづくりが計画されており、その排水先を湿地再生の場所にする計画や、地域の住居からの雨水排水を地下浸透させることにより、湧水を期待することが考えられる。また、敷地内の地盤の透水性が高い場合には、淡水池や水路を設置しても短時間に水が抜けてしまうため、このような場合には粘性土や遮水シート等によって止水を行うことが有効である（図 8.5.2）。

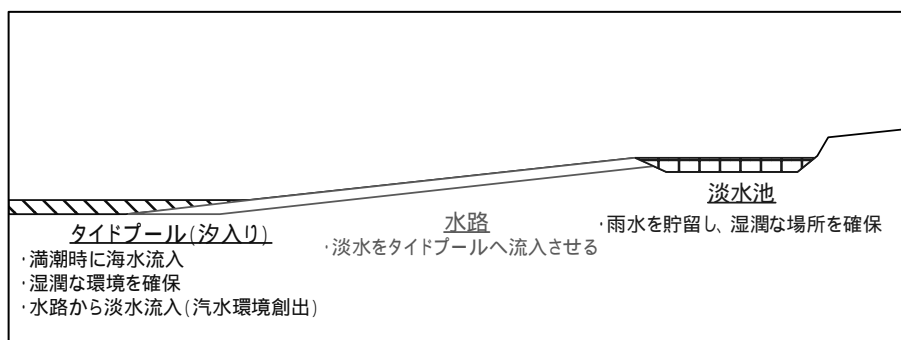


図 10.4.1 淡水池、水路等の設置断面イメージ

10.5 湿地周辺の植栽

湿地及びその周辺においては、湿地の景観、生態的特性、利用状況等を考慮して、その場に適応した植栽を導入することについて検討する必要がある。特にヨシ原生育域背後のより地盤高が高い場所における植栽については、施設の景観・利用面を踏まえた検討が必要である。

(1) 植栽の機能

ヨシ原生育域背後のより地盤高が高い場所は、植栽の対象となる場所である。湿地周辺の植栽の機能としては、以下のようなものが考えられる。

- ・ 鳥類の避難・休息・採餌・営巣（巣作り）場所、昆虫・カニ類等の生息場所
- ・ 強風・飛砂・塩害防止
- ・ 景観の形成
- ・ 冬季の保温機能（植栽の影の部分）

(2) 導入する植物の種類

湿地背後の陸側に配置する部分の植生は「海岸植生」といわれ、塩分に対する耐性の強い種で構成されている。また、湿地周辺は風を遮るものがないことが多いので、後背地に対しての防風林として松林の植林などが古くから行われている。

植生の設計にあたっては、基本的には近隣の同様の環境に生育する植物を対象とすることを基本として、将来の姿を想定しながら導入すべき植物や配置を検討する必要があるが、表 10.5.1 に示すように対象種によっては人為的に移植すべき種と自然に生えてくることが期待できる種がある。

表 10.5.1 植生方法の区分及び植生タイプの選定

植栽型	手 法	植 生	植生タイプ
準育成型植栽	目標植生を想定し、植栽工時の際には主要な植物種を植栽する。	樹林のように成立に長期間を要する植生や、自然発生を望むことが困難な植生タイプ、早期に植生の成立が必要とされる植生タイプ	常緑広葉樹林 常緑 - 落葉交林 クロマツ林 竹林 林縁の低木林 水生植物群落
育成型植栽	植栽工時の際には、主要な植物種の一部のみを植栽し、他は自然発生型とする。	高茎草本値のように、成立に長期間は要しないが、一部植栽することにより、より早期の被覆が可能となる植栽タイプ	ススキ - チガヤ草地 メヒシバ - エコログサ草地 シバ草地 ヨシ草地
自然発生型	植生が自然に発生するのを待つ。	塩沼地植物群落のように生育条件の設定、材料の入手、あるいは移植することが困難な植生タイプや、比較的短期間に回復が可能な植生タイプ	砂礫地雑草 低茎湿性草本地 塩沼地植物群落 内陸性海草類群落

資料：「海の自然再生ハンドブック（干潟編）」（国土交通省港湾局監修、平成 15 年）

11.まとめ

11.2 自然再生（湿地再生）事業

(1)三番瀬における現状と期待される機能・効果

現在の三番瀬は、埋立てにより後背湿地が失われ、護岸等により海と陸との自然な連続性が失われた単調な環境となっており、自然再生（湿地再生）によって表 11.2.1 に示すような効果・機能が期待される。

表 11.2.1 自然再生（湿地再生）により期待される機能・効果

区 分	現 状	期待される効果・機能
生物生息場の創出	・三番瀬の地形は前浜干潟の低潮域から浅海部だけが残っている状態であるため、小櫃川河口干潟にみられるような干潟面の高い位置に生息する固有種がほとんどみられない。	・低潮帯よりも高い地形（地盤高）や湿地、ヨシ原等を再生することにより、三番瀬における生物多様性の回復が期待される。
ヨシ原の創出	・三番瀬は埋立てにより後背湿地が失われ、ヨシ原もほとんどみられない。	・ヨシ原は三番瀬の原風景の構成要素であるとともに、湿地生態系の重要な構成要素であり、湿地景観の最も基本的な構成要素でもある。
人と三番瀬とのふれあいの場・環境学習の場の創出	・三番瀬の海岸線は、海と陸との自然な連続性が乏しく、人が自由に干潟や海にアクセスでき、自然とふれあう場所が限定されている。	・都市部においては、干潟や湿地は市民が身近に接することができる数少ない自然であり、湿地やヨシ原の再生により、その自然の景観を楽しむための散策、生物の観察、環境学習の場としての効果が期待される。

(2)自然再生（湿地再生）に必要な条件（期待される効果・機能の発揮に必要な条件）

自然再生（湿地再生）の実施場所として、市川市塩浜地区護岸部の市川市所有地を施設敷地に想定し、施設敷地において干潟（干出域）の背後地としての自然再生を行うことを前提として検討を行った。自然再生（湿地再生）により、表 11.2.1 に示した効果・機能を発揮させるためには、表 11.2.2 に示す条件が考慮する必要があると考えられる。

表 11.2.2 自然再生（湿地再生）に必要な条件

項目	必要な条件	備考
地形	<p>【地盤高】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人と自然とのふれあいの場の確保やヨシ原の創出の観点からは、満潮時でも水没しない高さの地盤高が必要となる。 ・海と陸との連続性、多様な水底質環境及び生物生息環境の回復の観点からは、緩やかな勾配により低潮帯（潮間帯下部）から潮上帯までの連続した地形が必要と考えられる。 <p>【行徳湿地とのネットワーク形成】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・行徳湿地からの暗渠を部分的に開渠化することにより、施設敷地を經由して、行徳湿地と三番瀬との間で水の出入りが図られ、さらに再生する湿地と行徳湿地及び三番瀬との間の生物生息場のネットワーク形成を図ることが求められる。 <p>【施設前面の護岸の設置】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海と陸との連続性の確保の間からは、前面護岸を極力低くする開放型の施設が望ましいが、安全性や施設の利用面を優先すれば、施設の前面に護岸を設置する閉鎖型、もしくは護岸に導水管等の通水口を設置することにより、外海との海水交換を図る半閉鎖型が有効である。 <p>【勾配】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・緩やかな勾配が望ましいが、安定性を確保するためには階段状の地形とするも考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヨシの生育に必要な淡水（雨水）を貯留するための池やクリーク（水路状地形）を設置することや、ヨシ原（湿地）の再生により生息が期待される種の回復を図るためには、多様な生物の生息を促すための凹凸のある地形、転石等を設置することも考慮する。
面積・規模	<ul style="list-style-type: none"> ・自然のヨシ原（後背湿地）の分布状況等からみると、底生生物の生息場となるヨシ原を形成させるためには、奥行き 10m 程度の規模が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・生物生息場の創出に加えて、景観やふれあい・環境学習の場としての観点からは、別途検討が必要である。
底質	<ul style="list-style-type: none"> ・ヨシの生育条件としても適当と考えられる塩浜護岸前面海域の底質性状と同等の性状とすることを基本とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・多様な生物生息環境を回復させるためには、多様な底質が分布していることが効果的であると考えられる。
塩分	<ul style="list-style-type: none"> ・ヨシをはじめとする汽水性生物の生育・生息環境を形成させるためには、海水と淡水が混ざり合い、汽水域となるような塩分条件とすることが必要がある。 ・ヨシの生育には湿潤な場所を確保する必要もあることから、流入した海水がたまる窪地状の微地形（タイドプール）やその背後には雨水（淡水）が貯留される池（淡水池）を設置し、両者が混ざり合う場所を造成することが有効と考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・淡水源としては、将来的には猫実川等の河川水の導水が考えられるが、当面は敷地内の雨水を利用する。

(3)自然再生（湿地再生）の場の断面イメージ

地盤高、施設前面の護岸の設置、勾配等を考慮すると、複数の断面イメージが想定されるが、施設前面の護岸の設置に関しては、本検討においては、施設敷地内の土砂が前面海域へ流出することを防止することが必要となるため、施設の構造上、前面に土砂流出防止のための施設を設置することが必要である。このことを踏まえると、以下の3通りの断面イメージが想定される。

開放型

前面護岸を極力低くし、海と陸との連続性を確保する構造。三番瀬とのふれあいや景観上からの前面の海域との連続性は高いが、台風等のイベント時には、高い頻度で底質の攪乱や前面海域への土砂の流出が生じる可能性がある。

閉鎖型

前面に護岸を整備することにより、施設敷地内の安全性や安定性は確保されるが、前面海域との連続性が断たれるとともに、海水の流入がないために、湿地環境は淡水のみに依存して形成させることとなる。

半閉鎖型

前面に護岸を整備し、かつ、通水口を通じて海水交換を図ることにより、施設敷地内の安全性や安定性が確保されるとともに、海域とのつながりが確保され、潮間帯から後背湿地までの多様な環境が形成される可能性がある。景観やふれあいの場の観点からは、閉鎖型と同様に閉塞感が生じる可能性がある。

(4)課題

干潟的環境（干出域等）形成との関連

前面海域との連続性を確保することが望ましく、そのためには護岸前面において干潟的環境（干出域等）形成と一体的に自然再生（湿地再生）を図ることが有効である。

護岸構造

高潮・高波の発生やそれに伴う越波による護岸背後地への影響（被害）の程度について、イベント時の対応に係る構造や管理方法なども含めて詳細な検討が必要である。

半閉鎖型とする場合には、通水口の高さや位置、水門、導水管の規模、それによる海水交換の程度、施設内部における多様な環境形成の可能性等の検討が必要である。

淡水の確保

雨水を貯留するための機能（淡水池、水路等）を施設敷地内に設置することや、湿润な環境を維持するための工夫（粘性土や遮水シートによる止水等）についての検討が必要である。なお、施設敷地周辺においては、市川市によるまちづくりが計画されており、その排水先を湿地再生の場所にする計画や、地域の住居からの雨水排水を地下浸透させることにより、湧水を期待することが考えられる。

湿地周辺の植栽

湿地及びその周辺においては、湿地の景観、生態的特性、利用状況等を考慮して、その場に適応した植栽を導入することについて検討する必要がある。特にヨシ原生育域背後のより地盤高が高い場所における植栽については、施設の景観・利用面を踏まえた検討が必要である。